



(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND

DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

## (12) Offenlegungsschrift

(10) DE 199 60 044 A 1

(51) Int. Cl. 7:

G 01 M 11/00

A 01 C 1/00

(21) Aktenzeichen: 199 60 044.9  
 (22) Anmeldetag: 14. 12. 1999  
 (23) Offenlegungstag: 21. 6. 2001

## (71) Anmelder:

Pulsotronic Merten GmbH & Co. KG, 51674 Wiehl,  
DE

## (74) Vertreter:

Patentanwälte von Kreisler, Selting, Werner et col.,  
50667 Köln

## (72) Erfinder:

Bollinger, Peter, Dipl.-Ing., 56154 Boppard, DE

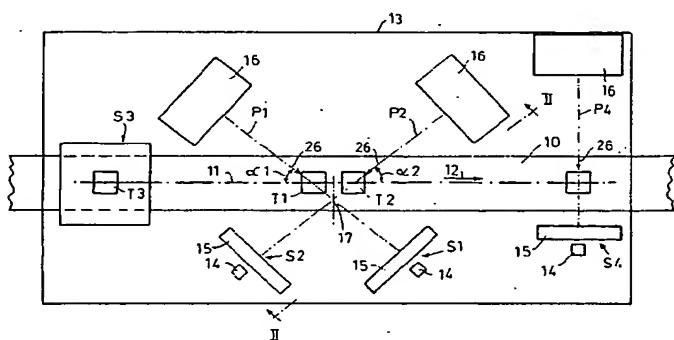
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE	197 16 468 C2
DE	196 34 881 C1
DE	31 06 398 C2
DE	42 00 001 A1
DE	39 06 215 A1
DE	93 11 405 U1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

## (54) Optische Inspektionsvorrichtung

(57) Die Inspektionsvorrichtung hat eine Kamera (14) mit langer Brennweite, so dass das von dem aufzunehmenden Gegenstand (18) erzeugte Bild aus nahezu parallelen Strahlen besteht. Dadurch wird eine geringere Bildverzerrung erreicht als bei Weitwinkelauflnahmen. Um den Abstand zwischen Videokamera (14) und Gegenstand (18) nicht zu groß machen zu müssen, ist der Strahlengang (W) gefaltet. Hierzu sind im Strahlengang (W) Umlenkvorrichtungen (23, 24, 25) in Form von Spiegeln angeordnet. Die Kamera (14) ist hinter einer Beleuchtungsvorrichtung (21) angeordnet und in der Nähe des Gegenstandes (18) plaziert, während der Strahlenweg (W) aus mehreren wirkung zueinander angeordneten Abschnitten (W1, W2, W3, W4) besteht. Die Betrachtungsseite (27) des Gegenstandes (18) ist der Videokamera (14) abgewandt. Die Erfindung ermöglicht verzerrungsarme Aufnahmen mit Teleskopobjektiv bei geringem Abstand von Gegenstand und Videokamera.



DE 199 60 044 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine optische Inspektionseinrichtung zum Inspizieren von Gegenständen mit einer Videokamera zur Aufnahme des jeweils in einer Aufnahmeposition befindlichen Gegenstandes.

Es ist bekannt, bei der Qualitätskontrolle oder für vergleichbare Tätigkeiten Inspektionsvorrichtungen mit Videokamera einzusetzen; wobei ein Bild des zu inspizierenden Gegenstandes aufgenommen und mit mathematischen Verfahren analysiert und bewertet wird, um Abweichungen festzustellen. Solche Inspektionsvorrichtungen eignen sich für die Inspektion standardisierter Gegenstände, jedoch nicht für Gegenstände mit einem erheblichen Abweichungspotential, wie beispielsweise Pflanzen. Für die Klassifikation von Pflanzen gibt es komplexe Kriterien, wie beispielsweise

- Lage der Krone zum Topf (Schwerpunktvergleich),
- kompakte Form als Vergleich von Innen- und Außen durchmesser (minimaler/maximaler Durchmesser der Krone),
- Lage des Stiels zur Topfmitte,
- Seitenansicht: Kompaktheit der Krone, hervorstehende Äste, fehlende Ästen,
- Hochstieligkeit, Stiellänge, Lage der Krone.

Mit unverzerrten Videobildern könnten diese Parameter geprüft werden, jedoch ist es schwierig eine Meßapparatur mit verhältnismäßig geringen Abmessungen zu entwickeln, mit der unverzerrte Videobilder erhalten werden können. Damit die Apparatur kleine Abmessungen hat, muß die Videokamera nahe an das Objekt herangeführt werden. Hierzu muss eine Videokamera mit kleiner Brennweite (etwa 10 mm) benutzt werden. Eine solche Videokamera ist eine Weitwinkelkamera, die erhebliche Verzerrungen hervorruft, so dass eine geeignete Bildauswertung praktisch unmöglich wird. Eine Kamera mit Teleoptik und entsprechend großer Brennweite (50 mm) hätte einen nahezu parallelen Strahlen einfall und würde ein unverzerrtes Bild des Gegenstandes erzeugen, hätte aber den Nachteil, dass sie in großer Entfernung von dem Gegenstand positioniert werden müßte. Dadurch würde die Inspektionsvorrichtung sehr voluminös.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine optische Inspektionsvorrichtung zu schaffen, die imstande ist, Gegenstände mit einer Teleoptik groß er Brennweite aufzunehmen und die dennoch raumsparend ausgebildet ist.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt erfundungsgemäß mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen. Hiernach ist der Strahlenweg zwischen dem zu inspizierenden Gegenstand und der Videokamera durch mindestens eine Umlenkvorrichtung gefaltet, so dass der gegenseitige Abstand von Gegenstand und Videokamera kleiner ist als ein Drittel der Länge des Strahlenweges. Hierbei kann die Videokamera relativ nahe an dem Gegenstand angeordnet werden, während der Strahlenweg ein Vielfaches von diesem Abstand beträgt. Es ist somit möglich, eine Teleoptik großer Brennweite einzusetzen, ohne dass die Kamera in entsprechend großer Entfernung vom Gegenstand angeordnet werden muss.

Vorzugsweise ist der Abstand von Gegenstand und Videokamera kleiner als ein Fünftel, insbesondere kleiner als ein Sechstel und insbesondere kleiner als ein Siebtel des Strahlenweges. Dies lässt sich durch Mehrfachumlenkung erreichen, wobei der Strahlenweg vorzugsweise rechtwinklig abgelenkt wird und dabei abwechselnd parallel und rechtwinklig zur Betrachtungsrichtung verläuft. Die Betrachtungsrichtung ist diejenige Richtung, aus der die im Strahlenweg letzte Umlenkvorrichtung den Gegenstand

sieht. Als Umlenkvorrichtungen werden vorzugsweise einfache Spiegel benutzt, jedoch sind auch Prismen oder optische Gitter möglich.

Vorzugsweise ist auf der der Betrachtungsseite des Gegenstandes abgewandten Seite eine flächenhafte Beleuchtungsvorrichtung angeordnet. Diese Beleuchtungsvorrichtung weist vorzugsweise eine Diffusorscheibe auf, um eine gleichmäßige Hintergrundausleuchtung zu erzeugen.

In einer Inspektionseinrichtung können mehrere Systeme aus Videokameras mit entsprechenden Umlenkvorrichtungen angeordnet sein, die sich durch ihre Betrachtungsrichtungen unterscheiden.

Auf diese Weise können unregelmäßig geformte dreidimensionale Gegenstände aus unterschiedlichen Blickrichtungen inspiziert werden.

Die Zahl der Umlenkvorrichtungen beträgt vorzugsweise mindestens zwei und insbesondere mindestens drei.

Im folgenden wird unter Bezugnahme auf die Zeichnungen ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert.

Es zeigen:

**Fig. 1** eine schematische Draufsicht einer Inspektionsvorrichtung, durch die die zu inspizierenden Gegenstände entlang einer Förderlinie transportiert werden, und

**Fig. 2** eine Seitenansicht eines der in der Inspektionsvorrichtung enthaltenen Systeme aus Richtung der Linie II-II von **Fig. 1**.

In **Fig. 1** ist eine Förderlinie 10 dargestellt, auf der Gegenstände mit einer Förderkette 11 in Richtung des Pfeiles 12 kontinuierlich transportiert werden. Die Förderlinie führt durch ein Gehäuse 13 hindurch, das zur Fremdlichtabschirmung vorgesehen ist.

Die Inspektionseinrichtung weist ein erstes System S1 aus Kamera 14, Leuchtschirm 15 und Spiegelturm 16 auf. Zwischen der Videokamera 14 und dem Leuchtschirm 15 einerseits und dem Spiegelturm 16 andererseits befindet sich die erste Prüfposition T1, die von den in **Fig. 1** nicht dargestellten Gegenständen durchlaufen wird. Der Strahlenweg P1 verläuft in Draufsicht unter einem Winkel  $\alpha_1$  von  $-40^\circ$  zu der Längsrichtung der Förderlinie 10.

Ein zweites System S2, das aus den gleichen Komponenten besteht wie das System S1, ist derart angeordnet, dass sein Strahlenweg P2 unter einem Winkel  $\alpha_2$  von  $+40^\circ$  zur Längsrichtung der Förderlinie 10 verläuft. Die Prüfposition T2 des Systems S2 befindet sich stromab von der Prüfposition T1. Die beiden Strahlenwege P1 und P2 haben einen Kreuzungspunkt 17, der im Abstand der von der Mitte der Förderlinie 10 und vom Transportweg der Gegenstände angeordnet ist.

Ein drittes System S3 ist mit vertikalem Strahlengang angeordnet, um den Gegenstand von oben zu inspizieren und ein vierthes System S4 ist mit rechtwinklig zur Längsrichtung der Förderlinie verlaufendem Strahlengang P4 angeordnet. Die Betrachtungsrichtungen 26 aller drei horizontalen Systeme S1, S2 und S4 unterscheiden sich jeweils um 40 bis  $50^\circ$ , so dass umfangsmäßig nahezu gleichmäßig verteilt aus verschiedenen Richtungen Aufnahmen erstellt werden.

Anhand von **Fig. 2** wird nun das System S2 beschrieben. Die übrigen Systeme sind prinzipiell in gleicher Weise ausgebildet.

Der zu inspizierende Gegenstand 18 ist eine Pflanze 19, die aus einem Topf 20 herausragt. Auf einer Seite der Förderlinie befindet sich eine Beleuchtungsvorrichtung 21, die eine Hintergrundbeleuchtung für die Aufnahme des Videobildes erzeugt. Die Videokamera 14 befindet sich hinter der Beleuchtungsvorrichtung mit senkrecht nach oben gerichteter optischer Achse. Die Videokamera 14 ist auf eine Umlenkvorrichtung 23 gerichtet, die senkrecht über der Videokamera montiert ist. Diese Umlenkvorrichtung 23 ist ein un-

ter 45° schräg stehender Spiegel. Der Strahlenweg W zur Videokamera 14 verläuft über einen ersten vertikalen Abschnitt W1. Er wird durch die Umlenkvorrichtung 23 rechtwinklig abgelenkt und setzt sich in einem zweiten horizontal verlaufenden Abschnitt W2 fort. Dieser stößt auf die zweite Umlenkvorrichtung 24, bei der es sich ebenfalls um einen unter 45° stehenden Spiegel handelt, welcher die horizontal eintreffende Strahlung nach unten reflektiert, wo sie sich in dem vertikalen Abschnitt W3 fortsetzt. Dieser trifft auf die Umlenkvorrichtung 25, die ebenfalls aus einem unter 45° geneigten Spiegel besteht. Die Umlenkvorrichtung 25 erzeugt den Abschnitt W4, der aus der Betrachtungsrichtung 26 von der Betrachtungsseite 27 her auf den Gegenstand trifft. Die Betrachtungsseite 27 ist diejenige Seite, die der Beleuchtungsvorrichtung 21 abgewandt ist. Die Betrachtungsrichtung 26 ist annähernd auf die Kamera 14 gerichtet.

Das Objektiv der Videokamera 14 hat eine große Brennweite von etwa 50 mm. Daher ist der Öffnungswinkel des Strahlbündels relativ klein. Die Größe der die Umlenkvorrichtungen 23, 24 und 25 bildenden Spiegel vergrößert sich in dieser Reihenfolge, so dass der Spiegel 25 der größte ist. Der in einer vertikalen Ebene verlaufende Strahlenweg W, der sich aus den Abschnitten W1, W2, W3 und W4 zusammensetzt, hat eine Länge, die um ein Vielfaches größer ist als der Abstand zwischen Videokamera 14 und Gegenstand 18.

Das von der Videokamera 14 erzeugte Videobild wird einer automatischen Bildverarbeitung unterzogen, wobei alle von dem Gegenstand an den verschiedenen Prüfpositionen aufgenommenen Videobilder für die Auswertung herangezogen werden.

In den Seitenansichten werden folgende Kriterien geprüft:

- Lage des Stiels zur Topfmitte,
- Kompaktheit der Krone, hervorstehende Äste, fehlende Äste,
- Hochstieligkeit, Stiellänge, Position der Krone.

Von dem System S3 wird eine Videoaufnahme der Pflanze an der Prüfposition T3 von oben aufgenommen. Da die Pflanzen in der Höhe differieren, muss die Videokamera ggf. in der Höhe verstellt werden.

In der Draufsicht werden folgende Kriterien geprüft:

- Lage der Krone zum Topf (Schwerpunktvergleich),
- kompakte Form als Vergleich von Innendurchmesser und Außendurchmesser (minimaler/maximaler Durchmesser) der Krone.

#### Patentansprüche

1. Optische Inspektionsvorrichtung zum Inspizieren von Gegenständen (18), mit einer Videokamera (14) zur Aufnahme des jeweils in einer Aufnahmeposition (T) befindlichen Gegenstandes, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Strahlenweg (W) zwischen Gegenstand (18) und Videokamera (14) mindestens eine Umlenkvorrichtung (23, 24, 25) angeordnet ist und dass der gegenseitige Abstand von Gegenstand (18) und Videokamera (14) kleiner ist als ein Drittel der Länge des Strahlenweges (W).

2. Inspektionsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass drei Umlenkvorrichtungen (23, 24, 25) vorgesehen sind und dass die Videokamera (14) auf derjenigen Seite des inspizierten Gegenstandes (18) angeordnet ist, die der Betrachtungsseite (27) abge-

wandt ist.

3. Inspektionsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Größen der Umlenkvorrichtungen (23, 24, 25) von der Videokamera (14) zum Gegenstand (18) hin zunehmen.

4. Inspektionsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass auf der der Betrachtungsseite (27) des Gegenstandes (18) abgewandten Seite eine flächen hafte Beleuchtungsvorrichtung (21) angeordnet ist.

5. Inspektionsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennweite der Optik der Videokamera (14) mindestens 50 mm beträgt.

6. Inspektionsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1–5, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Systeme (S1, S2) aus Videokamera (14) und entsprechenden Umlenkvorrichtungen (23, 24, 25) drcart angeordnet sind, dass ihre Betrachtungsrichtungen (26) sich annähernd rechtwinklig kreuzen.

7. Inspektionsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1–6, dadurch gekennzeichnet, dass ein Transportweg (10) vorgesehen ist, der zwischen mehreren Systemen (S1, S2, S3, S4) aus Videokamera (14) und Umlenkvorrichtungen (23, 24, 25) hindurchführt, wobei die Betrachtungsrichtungen (26) der Systeme jeweils um einen Winkel zwischen etwa 20° und 50°, vorzugsweise von etwa 40° gegeneinander verdreht sind.

8. Inspektionsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1–7, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein System (S4) aus Videokamera (14) und Umlenkvorrichtungen (23, 24, 25) mit vertikaler Betrachtungsrichtung (26) an einem Transportweg (10) für die Gegenstände angeordnet ist.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

**- Leerseite -**

一  
正

